

PAT-NO: JP405116757A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05116757 A  
TITLE: CONVEYING MECHANISM  
PUBN-DATE: May 14, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OZAKI, MOTOMI  
TAKAHASHI, JUNICHI  
HORIGUCHI, HIROYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RICOH CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03275844

APPL-DATE: October 24, 1991

INT-CL (IPC): B65G054/02, G05D003/00 , H02N001/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a conveying mechanism which conveys an object to be conveyed without being limited by the size and the material of the object to be conveyed and also simplifies a manufacturing process.

CONSTITUTION: A base is provided and a moving element 1 supported by a supporting part 2 and displaced in a vertical direction V and a horizontal direction H based on the base is arranged. A horizontal electrostatic force actuator 5 positioned to the side of the moving element 1 and driving the moving element 1 in a horizontal direction H through

electrostatic attraction  
is provided and a vertical electrostatic force actuator 8  
to drive the moving  
element 1 in a vertical direction V by means of  
electrostatic attraction is  
provided. A horizontal conveyance control means to produce  
a state that an  
object to be conveyed placed on the moving element 1 is  
moved in a horizontal  
direction H together with the moving element 1 by means of  
a frictional force  
and a state wherein the object to be conveyed is not moved  
in the horizontal  
direction H together with the moving element 1 through an  
inertial force by  
simultaneously driving and controlling the vertical and  
horizontal  
electrostatic force actuators 8 and 5 is provided. All the  
above structures  
are manufactured by means of surface micromachining.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-116757

(43)公開日 平成5年(1993)5月14日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 5 G 54/02		9245-3F		
G 0 5 D 3/00	A	9179-3H		
H 0 2 N 1/00		8525-5H		

審査請求 未請求 請求項の数5(全12頁)

(21)出願番号 特願平3-275844

(22)出願日 平成3年(1991)10月24日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 尾崎 元美

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 高橋 淳一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 堀口 浩幸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

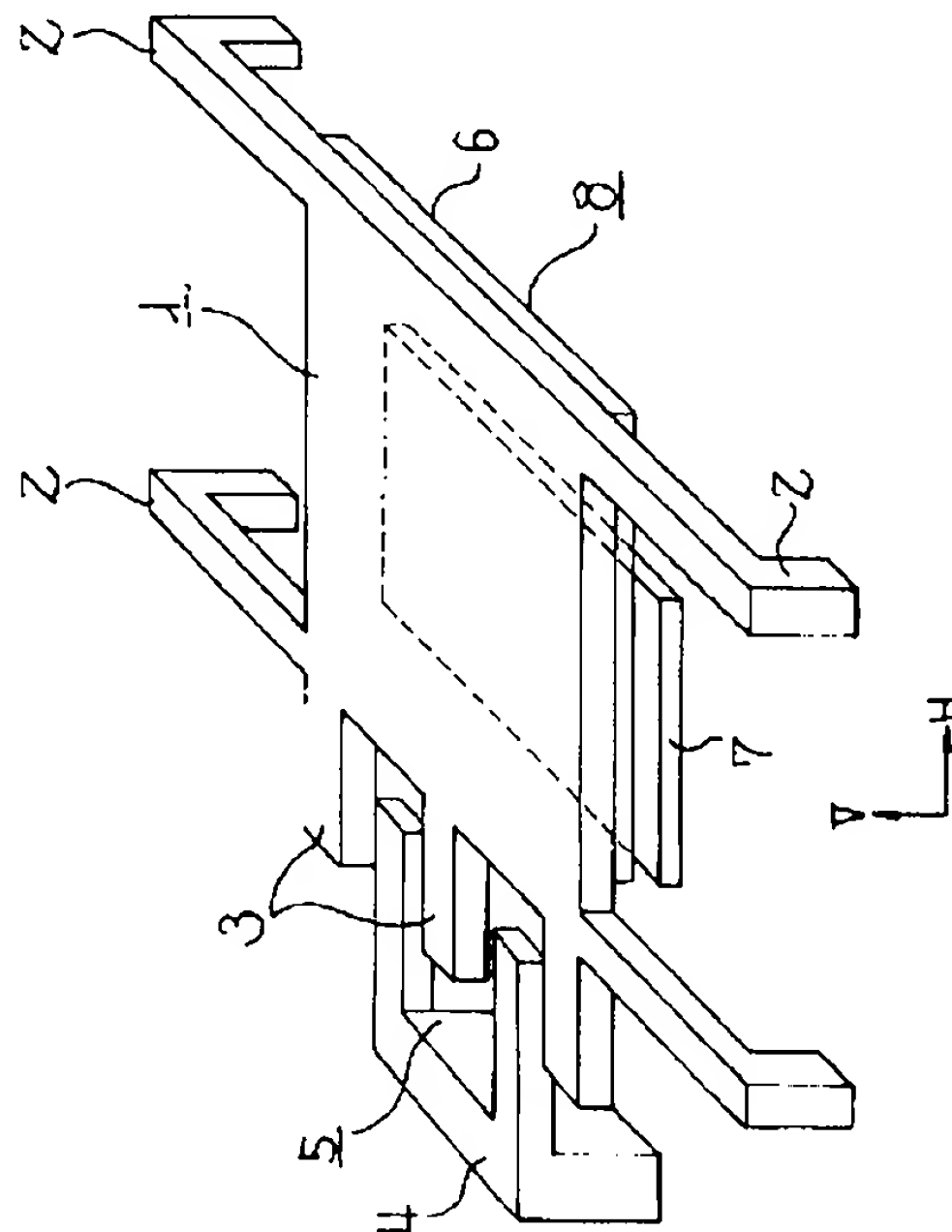
(74)代理人 弁理士 柏木 明

(54)【発明の名称】 搬送機構

(57)【要約】

【目的】 搬送物体の大きさや材質に限定されることなく搬送することが可能で、作製プロセスも簡単な搬送機構を提供する。

【構成】 ベースを設け、支持部2により支持されベースに対して垂直方向V及び水平方向Hに変位する移動子1を設け、この移動子1の側面に位置し移動子1を静電引力により水平方向Hに駆動する水平方向静電力アクチュエータ5を設け、移動子1の下方に位置し移動子1を静電引力により垂直方向Vに駆動する垂直方向静電力アクチュエータ8を設け、この垂直方向静電力アクチュエータ8と水平方向静電力アクチュエータ5とを同時に駆動制御することにより移動子1上に置かれた搬送物体が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェスマイクロマシニングにより作製した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベースと、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子と、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータと、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータと、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段とよりなり、これらすべての構造体をサーフェスマイクロマシニングにより作製したことを特徴とする搬送機構。

【請求項2】 ベースと、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子と、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータと、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータと、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段とよりなり、これらすべての構造体をサーフェスマイクロマシニングにより作製したことを特徴とする搬送機構。

【請求項3】 ベースと、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子と、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータと、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータと、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段とよりなり、これらすべての構造体をサーフェスマイクロマシニングにより作製したことを特徴とする搬送機構。

【請求項4】 ベースと、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子と、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータと、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータと、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向

静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段とよりなり、これらすべての構造体をサーフェスマイクロマシニングにより作製したことを特徴とする搬送機構。

【請求項5】 ベースと、このベース上に作られた帯状電極を有する固定子と、この固定子上に置かれ高抵抗体と絶縁体とを有し支持部により支持された移動子と、前記固定子の前記帯状電極に与える電圧を変化させることにより前記移動子に垂直方向の動き及び水平方向の動きを発生させ前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作り前記搬送物体を搬送制御する水平方向搬送制御手段とよりなることを特徴とする搬送機構。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、紙送り装置やステージ等においてアクチュエータとして利用される搬送機構に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来における搬送機構のアクチュエータとしては、例えば、「静電フィルムアクチュエータの特性」というタイトルで、日本機械学会、ロボティクス・メカトロニクス講演会'90に開示されているものがある。これを、今、図11(a)～(d)に基づいて説明する。絶縁体1中に帯状電極2をもつ固定子3と、高抵抗体4と絶縁体5とを有する移動子6とからなっている。これは、まず、(a)に示すように、帯状電極2に $-V$ と $+V$ との電圧を印加する。これにより(b)に示すように、移動子6の高抵抗体4の側にはその帯状電極2とは反対側の電荷が誘導され帯電される。この状態で、(c)に示すように、帯状電極2の電圧を逆転( $-V$ を $+V$ 、 $+V$ を $-V$ )させる。これにより、(d)に示すように、上向きの反発力と横向きの駆動力とが発生し、移動子6が矢印方向Aに移動する。このような一連の動作を繰り返して行うことにより、移動子6を水平方向に移動させることができ、静電力を利用したアクチュエータを実現することが可能となる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来例の場合、フィルム状の移動子6を実現することができるが、その移動子6の材質は限定されており、しかも、その大きさも電極2の密度に依存した形となっているため、搬送機構として応用した場合、必ずしもその汎用性が広いものとは言えない。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明で

は、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製した。

【0005】請求項2記載の発明では、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製した。

【0006】請求項3記載の発明では、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製した。

【0007】請求項4記載の発明では、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上

に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製した。

【0008】請求項5記載の発明では、ベースを設け、このベース上に作られた帯状電極を有する固定子を設け、この固定子上に置かれ高抵抗体と絶縁体とを有し支持部により支持された移動子を設け、前記固定子の前記帯状電極に与える電圧を変化させることにより前記移動子に垂直方向の動き及び水平方向の動きを発生させ前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作り前記搬送物体を搬送制御する水平方向搬送制御手段を設けた。

【0009】

【作用】請求項1記載の発明においては、水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電引力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電引力とを駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がその移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるためこれにより搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となる。

【0010】請求項2記載の発明においては、水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電引力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力とを駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がその移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるためこれにより搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上垂直方向の絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0011】請求項3記載の発明においては、水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電引力とを駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がその移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるためこれにより搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサ



5

ーフェイスマイクロマシニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上水平方向の絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0012】請求項4記載の発明においては、水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力とを駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がその移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるためこれにより搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上水平方向及び垂直方向の絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0013】請求項5記載の発明においては、水平方向搬送制御手段により固定子の帯状電極を駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がその移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるためこれにより搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、移動子の端面に水平方向移動のためのアクチュエータを必要としないため構造を一段と簡素化することができ、さらに、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となる。

【0014】

【実施例】請求項1記載の発明の一実施例を図1及び図2に基づいて説明する。図示しないベース上には、平板状の移動子1が設けられている。この移動子1は4つの角に形成された支持部としての支え2により支持されており、これによりベース面に対して垂直方向V及び水平方向Hに変位することができる。この移動子1の側面にはくし歯移動電極3が形成されており、このくし歯移動電極3と噛み合う形でくし歯固定電極4が設けられている。これらくし歯移動電極3とくし歯固定電極4とは、前記移動子1を静電引力により水平方向Hに駆動する水平方向静電力アクチュエータ5を形成している。また、前記移動子1の下面には移動子電極6が取付けられており、この移動子電極6と対向した前記ベース上には下部固定電極7が配設されている。これら移動子電極6と下部固定電極7とは、前記移動子1を静電引力により垂直方向Vに駆動する垂直方向静電力アクチュエータ8を形成している。前記支え2は弾性があり、移動子1は水平方向H及び垂直方向Vに移動することが可能である。

【0015】また、ここでは、水平方向搬送制御手段1

6

0（図2参照）が設けられている。この水平方向搬送制御手段10は、前記水平方向静電力アクチュエータ5と前記垂直方向静電力アクチュエータ8とを同時に駆動制御することにより、前記移動子1上に置かれた搬送物体9が摩擦力により前記移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により前記移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作る働きがある。そして、これら図1に示したような構造体は、周知のサーフェイスマイクロマシニングにより作製することができる。

10 【0016】このような構成において、水平方向搬送制御手段10を用いて本装置の動作原理を図2（a）～（d）に基づいて説明する。まず、移動子電極6と下部固定電極7との間に急速に電圧Vを印加して静電引力を発生させ、これにより移動子1を急速に下降させ、搬送物体9と移動子1との間の摩擦力を軽減させる（a）。次に、この状態で、くし歯移動電極3とくし歯固定電極4との間に急速に電圧Vを印加して静電引力を発生させ、これにより移動子1をくし歯固定電極4の側に急速に引き寄せる（b）。この時、搬送物体9は慣性力のため水平方向Hには移動しない（b）。次に、移動子電極6と下部固定電極7との間の電圧Vを除去し、移動子1を上昇させる（c）。最後に、くし歯移動電極3とくし歯固定電極4との間の電圧Vを徐々に取り除いていき、移動子1を初めの位置に戻す。この時、搬送物体9は摩擦力のため移動子1と共に水平方向Hに移動する（d）。

20 【0017】このように垂直方向静電力アクチュエータ8による静電引力と水平方向静電力アクチュエータ5による静電引力とを駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作ることができ、これにより（a）～（d）を1サイクルとして繰返し動作させることにより、搬送物体9を水平方向Hに移動させることができる。しかも、移動子1面の範囲内では、搬送物体9の大きさや材質を限定されることなく搬送を行うことができる。

30 【0018】また、本実施例では、図1に示すような搬送機構の構造体はサーフェイスマイクロマシニングにより作製することができるため、その作製プロセスを簡素化することができる。なお、電圧Vの印加制御状態を変えることにより、上述した場合とは逆方向の水平方向Hに搬送物体9を移動させることも可能である。

40 【0019】次に、請求項2記載の発明の一実施例を図3及び図4に基づいて説明する。なお、前述した請求項1記載の発明（図1参照）と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

50 【0020】本実施例では、垂直方向静電力アクチュエータ11の構成を変えたものである。すなわち、移動子1の下面には下面高誘電体層12上に下面高抵抗体層13の張られたものが取付けられている。その下面高誘電

体層12に対向したベース上に下部固定電極7が配設されている。従って、これら下面高誘電体層12と下面高抵抗体層13と下部固定電極7とは、移動子1を静電反発力により垂直方向Vに駆動する垂直方向静電力アクチュエータ11を形成している。

【0021】また、ここでは、前述した水平方向搬送制御手段10と同様な水平方向搬送制御手段14(図4参照)が設けられている。この水平方向搬送制御手段14は、垂直方向静電力アクチュエータ11と水平方向静電力アクチュエータ5とを同時に駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作る働きがある。

【0022】このような構成において、水平方向搬送制御手段14を用いて本装置の動作原理を図4(a)～

(d)に基づいて説明する。まず、下部固定電極7に電圧vを印加し、下面高抵抗体層13に負(-)の電荷を蓄積する(a)。次に、下部固定電極7の電圧vを急速に逆転させて負の電荷間による静電反発力を発生させ、これにより移動子1を上方に押し上げる(b)。次に、その直後、負の電荷が消滅して移動子1が下降する際、搬送物体9と移動子1との間の摩擦力は軽減される。この状態で、くし歯移動電極3とくし歯固定電極4との間に急速に電圧vを印加して静電引力を発生させ、これにより移動子1をくし歯固定電極4の側に引き寄せる。この時、搬送物体9は慣性力のため水平方向Hには移動しない(c)。最後に、くし歯移動電極3とくし歯固定電極4との間の電圧をゆっくりと下げ、移動子1の位置を元に戻す。この時、搬送物体9は、摩擦力のため移動子1と共に水平方向Hに移動する(d)。

【0023】このように垂直方向静電力アクチュエータ14による静電反発力と水平方向静電力アクチュエータ5による静電引力とを駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作ることができ、これにより(a)～(d)を1サイクルとして繰返し動作させることにより、搬送物体9を水平方向Hに移動させることができる。また、静電反発力を利用しているため、その構造上、垂直方向Vの絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0024】次に、請求項3記載の発明の一実施例を図5及び図6に基づいて説明する。なお、前述した請求項1記載の発明(図1参照)と同一部分については同一符号を用いる。

【0025】本実施例では、水平方向静電力アクチュエータ15の構成を変えたものである。すなわち、移動子1の側面には端面高誘電体層16上に端面高抵抗体層17の張られたものが取付けられている。その端面高誘電体層16に対向したベース上には端面固定電極18が配設されている。従って、これら端面高誘電体層16と端

面高抵抗体層17と端面固定電極18とは、移動子1を静電反発力により水平方向Hに駆動する水平方向静電力アクチュエータ15を形成している。

【0026】また、ここでは、前述した水平方向搬送制御手段10と同様な水平方向搬送制御手段19(図6参照)が設けられている。この水平方向搬送制御手段19は、垂直方向静電力アクチュエータ8と水平方向静電力アクチュエータ15とを同時に駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作る働きがある。

【0027】このような構成において、水平方向搬送制御手段19を用いて本装置の動作原理を図6(a)～

(d)に基づいて説明する。まず、端面固定電極18に電圧vを印加し、端面高抵抗体層17に負(-)の電荷を蓄積する(a)。次に、移動子電極6と下部固定電極7との間に急速に電圧vを印加して静電引力を発生させ、これにより急速に移動子1を下げ、搬送物体9と移動子1との間の摩擦力を軽減させる(b)。次に、端面固定電極18の電圧vを逆転させて静電反発力を作用させ、これにより移動子1を水平方向Hに移動させる。この時、搬送物体9は慣性力のため水平方向Hには移動しない(c)。最後に、端面固定電極18と下部固定電極7との電圧vを0にすると、端面高抵抗体層17に発生していた電荷は時間をかけて消えていき、移動子1はゆっくりと戻る。この時、搬送物体9は、摩擦力のため移動子1と共に水平方向Hに移動する(d)。

【0028】このように垂直方向静電力アクチュエータ8による静電引力と水平方向静電力アクチュエータ15による静電反発力とを駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作ることができ、これにより(a)～(d)を1サイクルとして繰返し動作させることにより、搬送物体9を水平方向Hに移動させることができる。また、静電反発力を利用しているため、その構造上、水平方向Hの絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0029】次に、請求項4記載の発明の一実施例を図7及び図8に基づいて説明する。なお、前述した請求項1記載の発明(図1参照)と同一部分については同一符号を用いる。

【0030】本実施例では、前述した図3の垂直方向静電力アクチュエータ11と、図5の水平方向静電力アクチュエータ15とを組み合わせ構成したものである。すなわち、下面高誘電体層12と下面高抵抗体層13と下部固定電極7とは、移動子1を静電反発力により垂直方向Vに駆動する垂直方向静電力アクチュエータ11を形成している。また、端面高誘電体層16と端面高抵抗体層17と端面固定電極18とは、移動子1を静電反発力により水平方向Hに駆動する水平方向静電力アクチュ

エータ15を形成している。

【0031】また、ここでは、前述した水平方向搬送制御手段10と同様な水平方向搬送制御手段20（図8参照）が設けられている。この水平方向搬送制御手段20は、垂直方向静電力アクチュエータ11と水平方向静電力アクチュエータ15とを同時に駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作る働きがある。

【0032】このような構成において、水平方向搬送制御手段20を用いて本装置の動作原理を図8（a）～

（d）に基づいて説明する。まず、下部固定電極7に電圧Vを印加し、下面高抵抗体層13に電荷（-）を蓄積する。また、端面固定電極18に電圧vを印加し、端面高抵抗体層17に電荷（-）を蓄える（a）。次に、下部固定電極7の電圧を逆転させて静電反発力によって移動子1を押し上げる（b）。次に、その直後、電荷が消えて移動子1が下がる時、搬送物体9と移動子1との間の摩擦力は軽減される。この状態で、端面固定電極18の電圧を逆転させて静電反発力によって移動子1を水平方向Hに移動させる。この時、搬送物体9は、慣性力のため水平方向には移動しない（c）。次に、端面高抵抗体層17の電荷は消えていき、移動子1はゆっくり元の位置に戻るが、この時、搬送物体9は移動子1と接触した状態にあるため、摩擦力によりその移動子1と共に移動する（d）。

【0033】このように垂直方向静電力アクチュエータ11による静電反発力と水平方向静電力アクチュエータ15による静電反発力とを駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子1と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子1と共に水平方向Hに動かない状態とを作ることができ、これにより（a）～（d）を1サイクルとして繰返し動作させることにより、搬送物体9を水平方向Hに移動させることができる。また、静電反発力を利用しているため、その構造上、水平方向H及び垂直方向Vの絶縁破壊の恐れをなくすることが可能となる。

【0034】次に、請求項5記載の発明の一実施例を図9～図10に基づいて説明する。図示しないベース上には、帯状電極21を有する固定子22が設けられている。この固定子22上には、高抵抗体23と絶縁体24とを有し、両側端を支持部25により支持された移動子26が設けられている。また、ここでは、水平方向搬送制御手段27（図10参照）が設けられている。この水平方向搬送制御手段27は、固定子22の帯状電極21に与える電圧を変化させることにより、移動子26に垂直方向Vの動き及び水平方向Hの動きを発生させ、移動子26上に置かれた搬送物体9が摩擦力により移動子26と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子26と共に水平方向Hに動かない状態とを作り、搬送物

体9を搬送制御する働きがある。

【0035】このような構成において、水平方向搬送制御手段27を用いて本装置の動作原理を図10（a）～（g）に基づいて説明する。まず、固定子22の電極のP点に $-V$ の電圧を印加し、Q点に $+V$ の電圧を印加し、R点に0Vの電圧を印加する（a）。次に、移動子26の高抵抗体23の部分には、その高抵抗体23と対向する電極と正負逆の電荷が誘導される（b）。次に、固定子22の電極の電圧の正負を逆転させ、移動子26側の電荷と固定子22側の電荷との間に同符号同士による反発力を発生させて移動子26を押し上げ、これに伴い搬送物体9も押し上げる。これにより、搬送物体9と移動子26、及び、移動子26と固定子22との間のそれぞれの摩擦力は小さくなる（c）。次に、R点の電極の電圧を0の状態から $-V$ の状態に変化させる（d）。これにより、移動子26の負（-）の電荷と固定子22の正（+）の電荷との間に吸引力が作用し、移動子26は水平方向Hの力が付与されて移動する（e）。この時、搬送物体9は浮き上がっておりその慣性力のため、水平方向Hには移動しない。次に、固定子22のP、Q、R点の電極の電圧を徐々に下げていき0の値に設定する（f）。これにより、支持部25の復元力によって移動子26は元の場所に戻る。この時、搬送物体9は移動子26の上に落下した状態となっておりその摩擦力のため、そのまま移動子26と共に移動する（g）。

【0036】このように水平方向搬送制御手段27を用いて固定子22のP、Q、R点の電圧を駆動制御することにより、搬送物体9が摩擦力により移動子26と共に水平方向Hに動く状態と、慣性力により移動子26と共に水平方向Hに動かない状態とを作ることができ、これにより（a）～（g）を1サイクルとして繰返し動作させることにより、搬送物体9を水平方向Hに移動させることができる。なお、本実施例の場合にも、前述した請求項1～4記載の発明と同様に、水平方向Hの反対方向に搬送物体9を搬送させることも可能である。

【0037】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製したので、このように水平方向搬送制御



## 11

手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電引力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電引力とを駆動制御することによって、搬送物体が移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるため搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスを簡単とすることができ、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定せずに搬送することができるものである。

【0038】請求項2記載の発明は、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電引力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製したので、このように水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電引力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力とを駆動制御することによって、搬送物体が移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるため搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上垂直方向の絶縁破壊の恐れをなくすることができるものである。

【0039】請求項3記載の発明は、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電引力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製したので、このように水平方向搬送制御

## 12

手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電引力とを駆動制御することによって、搬送物体が移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるため搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上水平方向の絶縁破壊の恐れをなくすることができるものである。

【0040】請求項4記載の発明は、ベースを設け、支持部により支持され前記ベースに対して垂直及び水平方向に変位する移動子を設け、この移動子の側面に位置し前記移動子を静電反発力により水平方向に駆動する水平方向静電力アクチュエータを設け、前記移動子の下方に位置し前記移動子を静電反発力により垂直方向に駆動する垂直方向静電力アクチュエータを設け、この垂直方向静電力アクチュエータと前記水平方向静電力アクチュエータとを同時に駆動制御することにより前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作る水平方向搬送制御手段を設け、これらすべての構造体をサーフェイスマイクロマシンニングにより作製したので、このように水平方向搬送制御手段により水平方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力と垂直方向静電力アクチュエータに生じる静電反発力とを駆動制御することによって、搬送物体が移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるため搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、このような構造体はサーフェイスマイクロマシンニングにより作製されるためその作製プロセスが簡単となり、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することが可能となり、さらに、静電反発力を利用しているためその構造上水平方向及び垂直方向の絶縁破壊の恐れをなくすることができるものである。

【0041】請求項5記載の発明は、ベースを設け、このベース上に作られた帯状電極を有する固定子を設け、この固定子上に置かれ高抵抗体と絶縁体とを有し支持部により支持された移動子を設け、前記固定子の前記帯状電極に与える電圧を変化させることにより前記移動子に垂直方向の動き及び水平方向の動きを発生させ前記移動子上に置かれた搬送物体が摩擦力により前記移動子と共に水平方向に動く状態と慣性力により前記移動子と共に水平方向に動かない状態とを作り前記搬送物体を搬送制御する水平方向搬送制御手段を設けたので、このように水平方向搬送制御手段により固定子の帯状電極を駆動制御することによって、移動子上に置かれた搬送物体がそ

13

の移動子と共に摩擦力により水平方向に動く状態と慣性力により水平方向に動かない状態とを作ることができるため搬送物体を搬送制御することが可能となり、また、移動子の端面に水平方向移動のためのアクチュエータを必要としないため構造を一段と簡素化することができ、さらに、移動子面の範囲内で搬送物体の大きさや材質を限定されずに搬送することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の発明の一実施例である搬送機構の形状を示す斜視図である。

【図2】(a)～(d)は水平方向搬送制御手段による搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

【図3】請求項2記載の発明の一実施例である搬送機構の形状を示す斜視図である。

【図4】(a)～(d)は水平方向搬送制御手段による搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

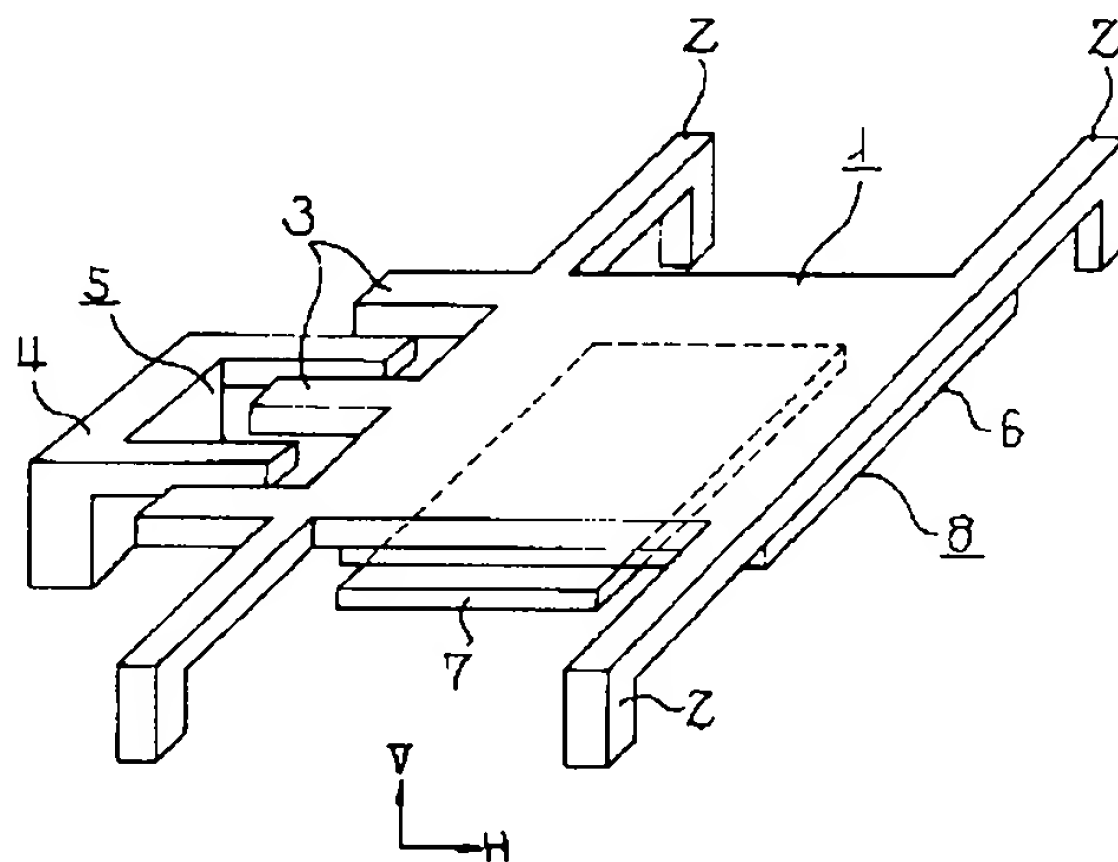
【図5】請求項3記載の発明の一実施例である搬送機構の形状を示す斜視図である。

【図6】(a)～(d)は水平方向搬送制御手段による搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

【図7】請求項4記載の発明の一実施例である搬送機構の形状を示す斜視図である。

【図8】(a)～(d)は水平方向搬送制御手段による搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

【図1】



14

【図9】請求項4記載の発明の一実施例である搬送機構の形状を示す斜視図である。

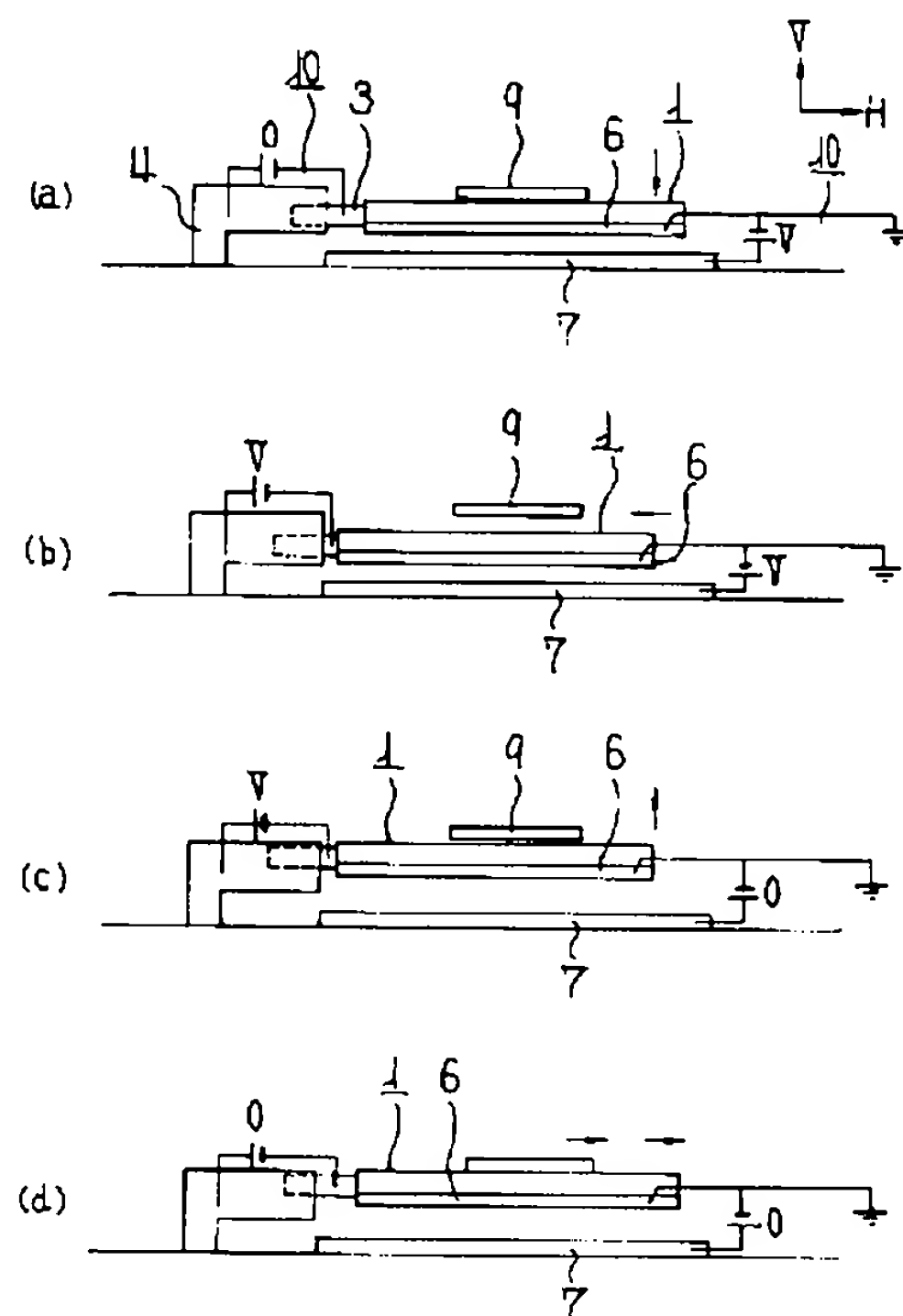
【図10】(a)～(g)は水平方向搬送制御手段による搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

【図11】従来における搬送機構の搬送状態を示す動作説明図である。

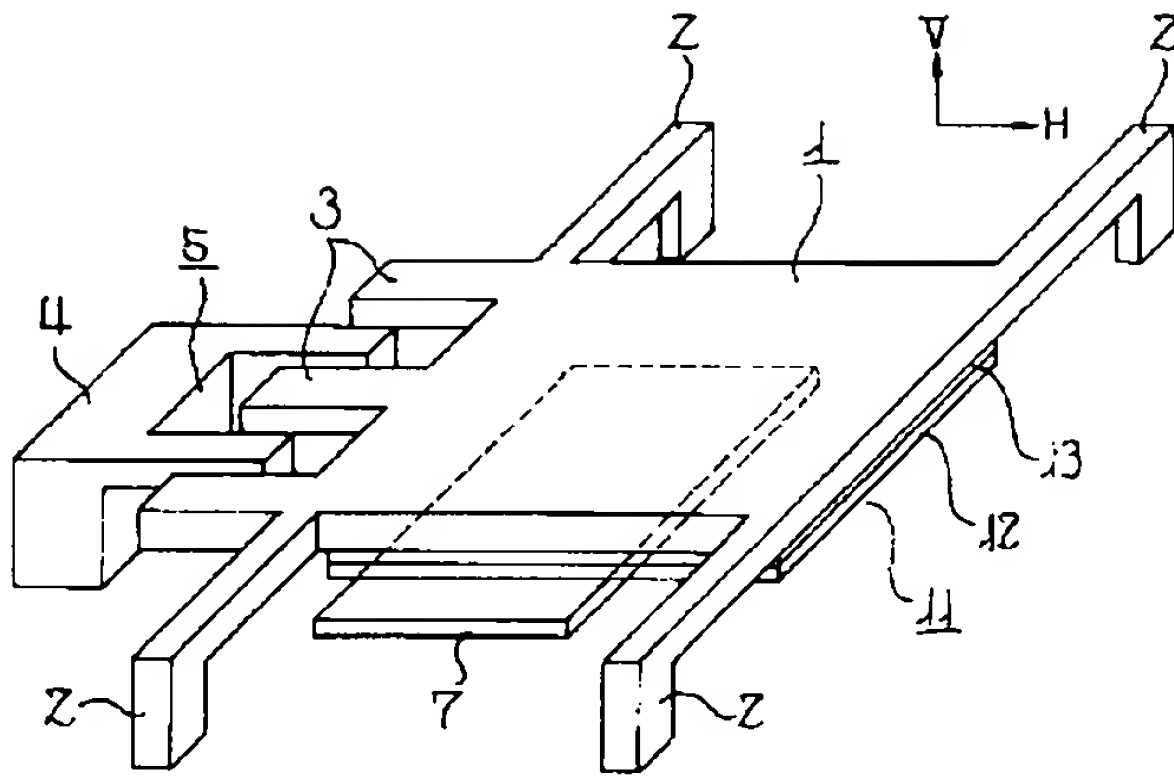
【符号の説明】

- |    |                |
|----|----------------|
| 1  | 移動子            |
| 2  | 支持部            |
| 5  | 水平方向静電力アクチュエータ |
| 8  | 垂直方向静電力アクチュエータ |
| 9  | 搬送物体           |
| 10 | 水平方向搬送制御手段     |
| 11 | 垂直方向静電力アクチュエータ |
| 14 | 水平方向搬送制御手段     |
| 15 | 水平方向静電力アクチュエータ |
| 19 | 水平方向搬送制御手段     |
| 20 | 水平方向搬送制御手段     |
| 21 | 帯状電極           |
| 22 | 固定子            |
| 26 | 移動子            |
| 27 | 水平方向搬送制御手段     |
| V  | 垂直方向           |
| H  | 水平方向           |

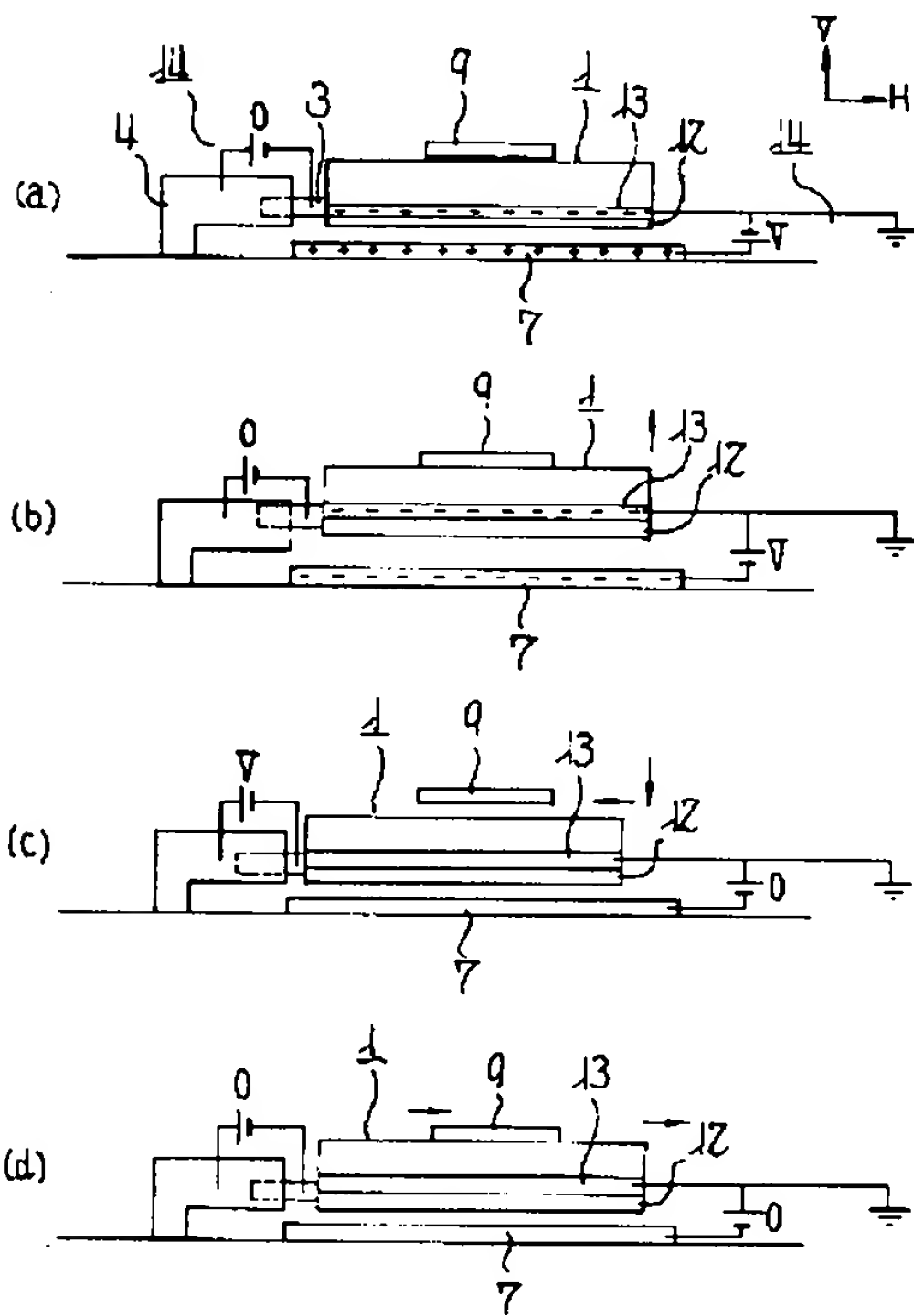
【図2】



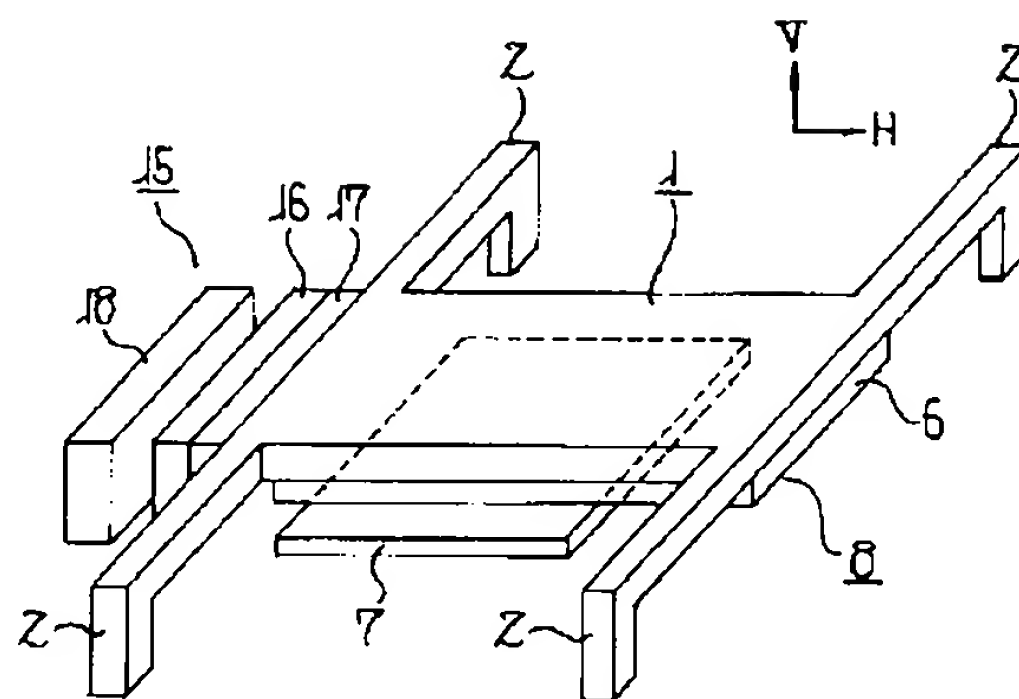
【図3】



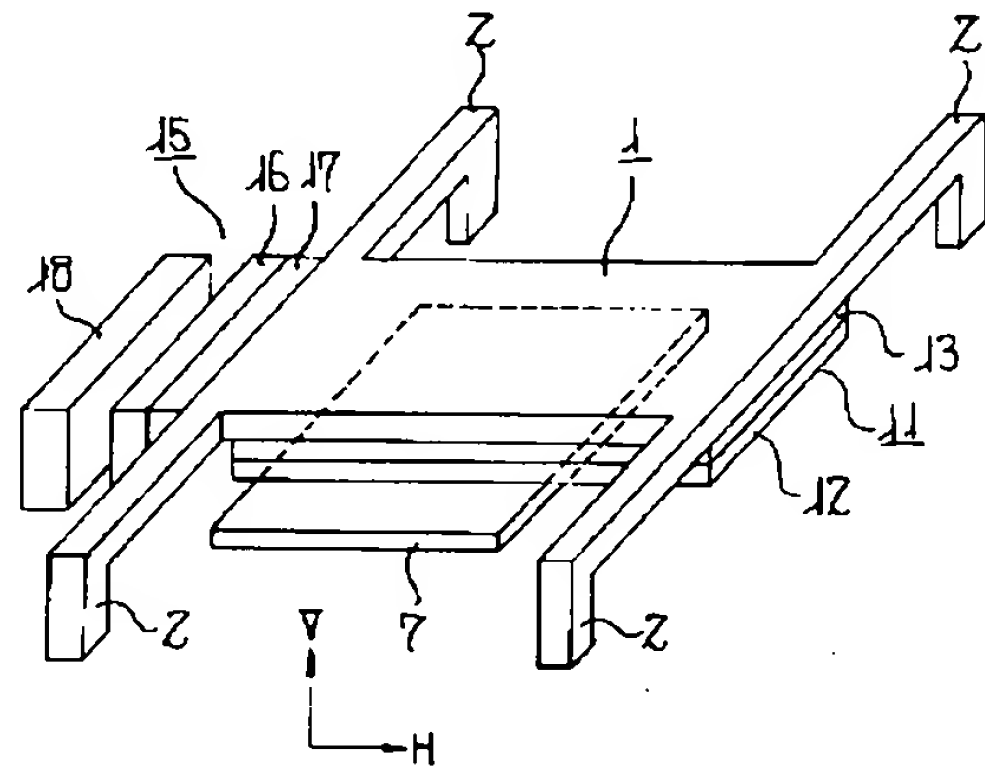
【図4】



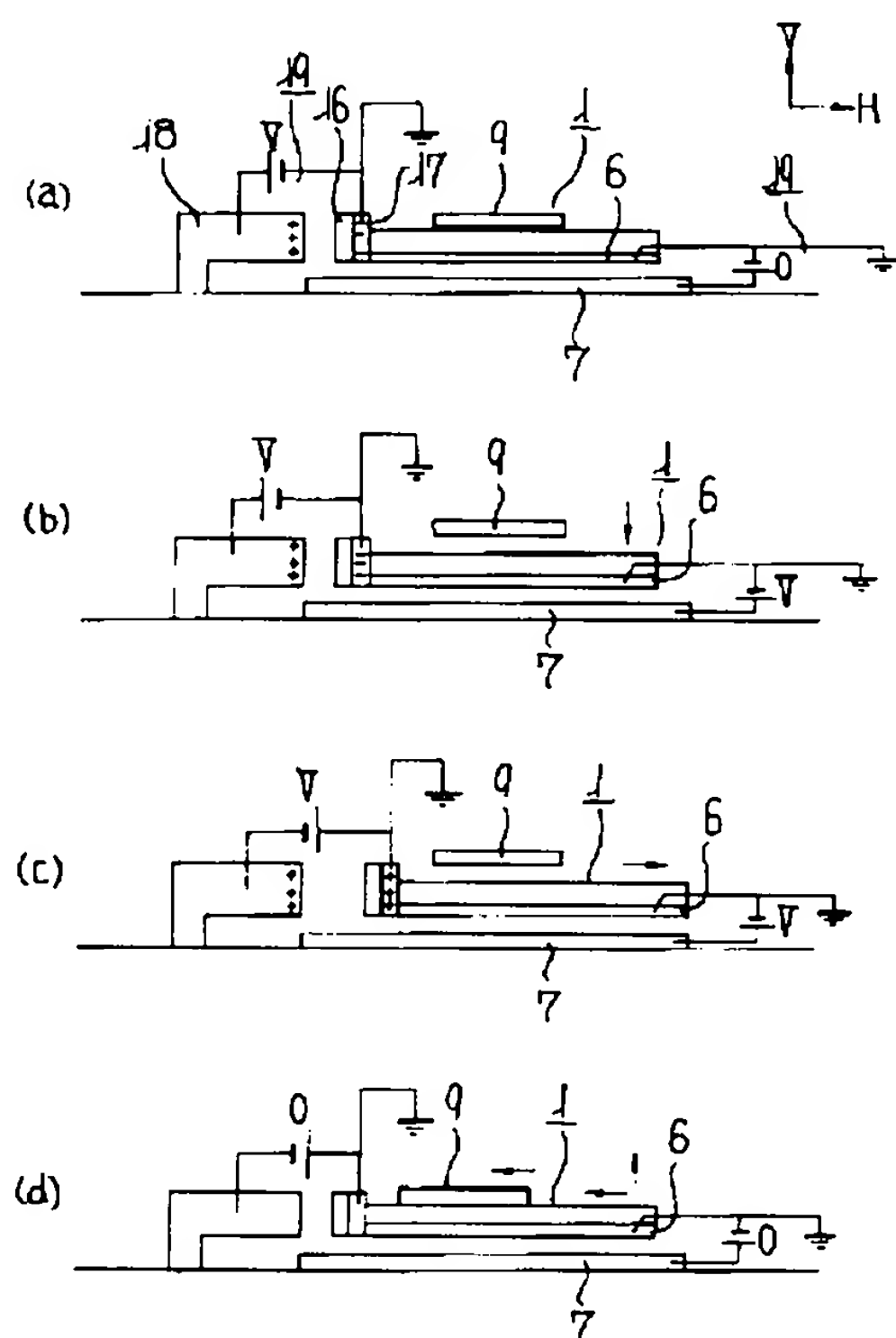
【図5】



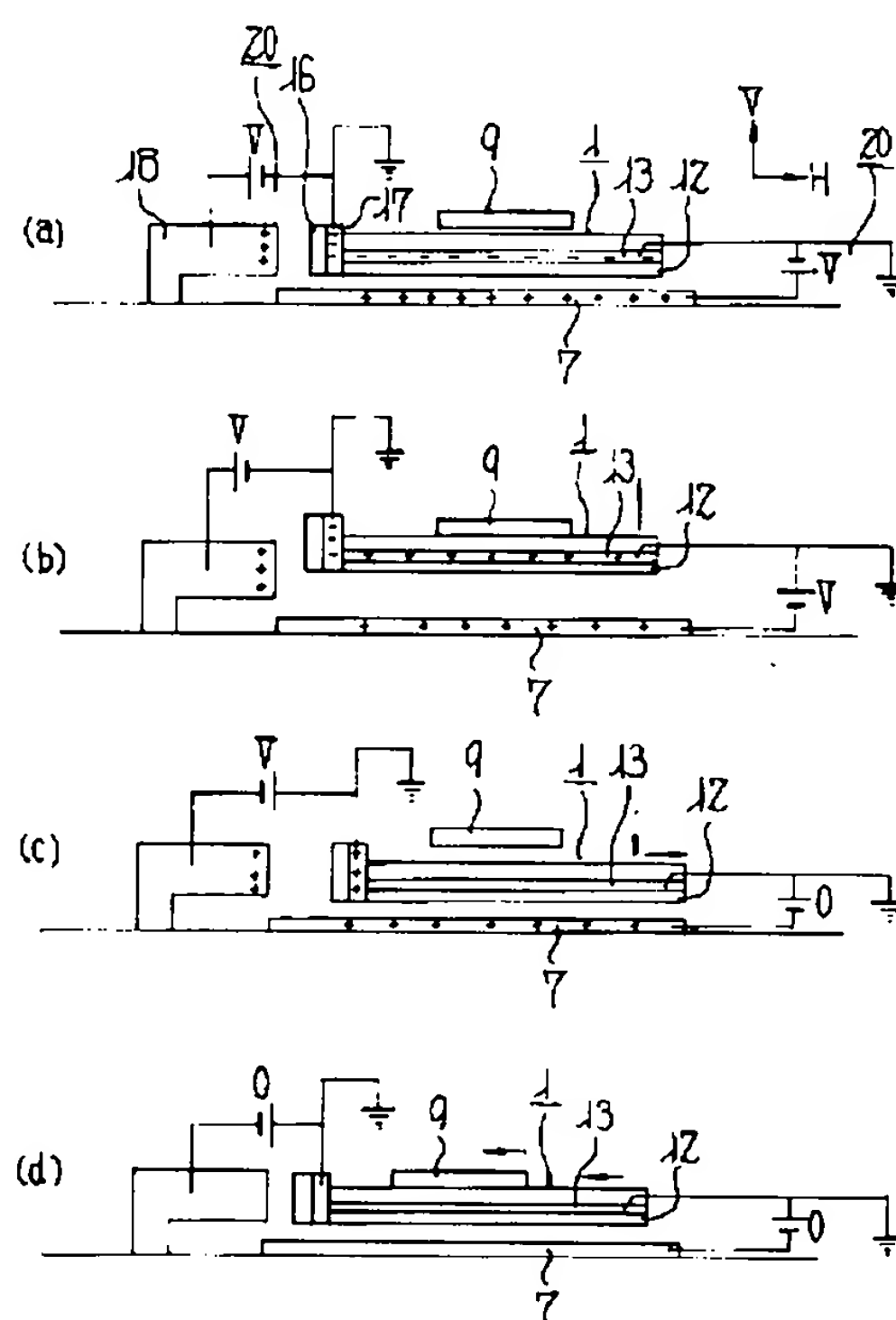
【図7】



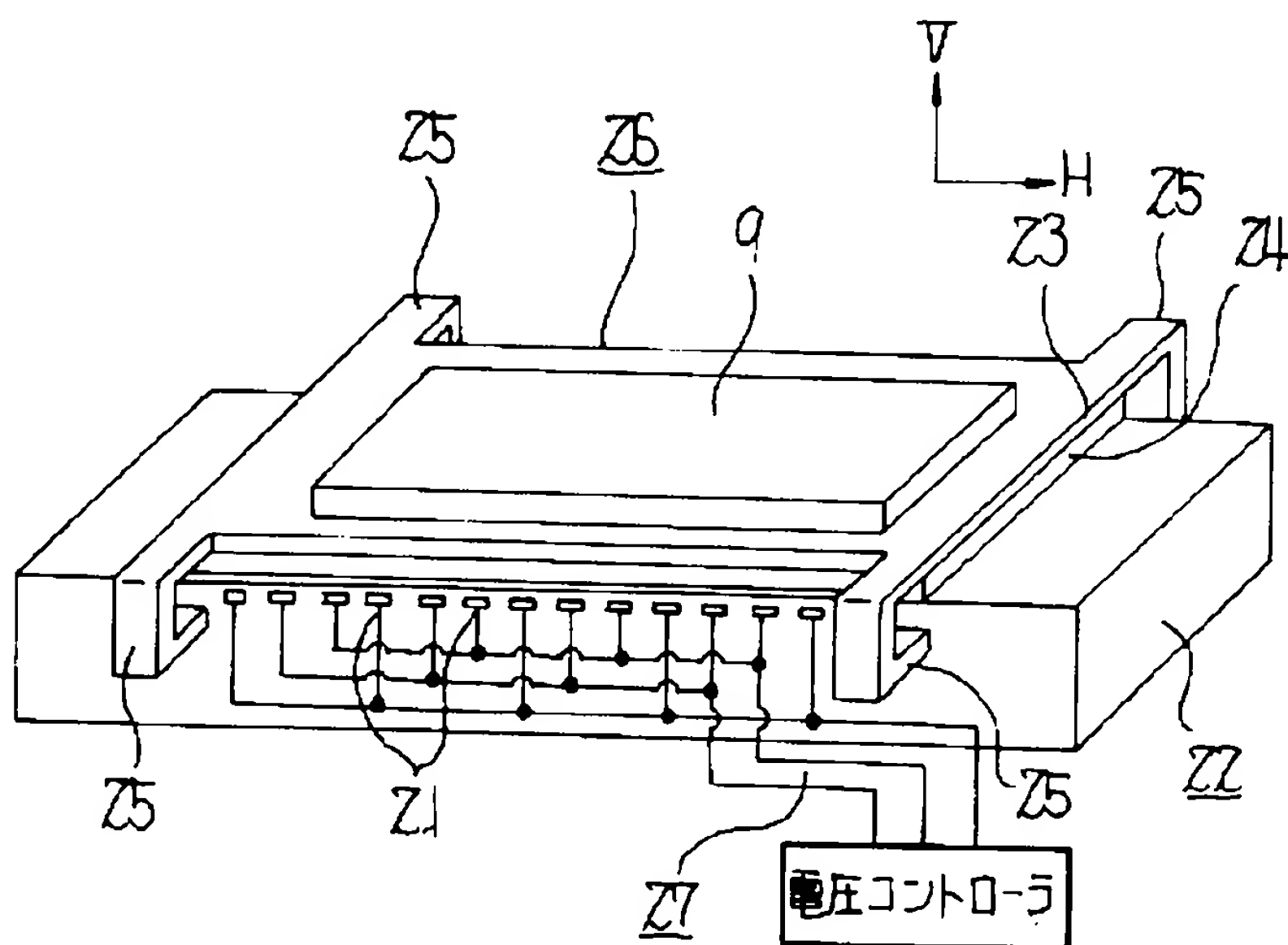
【図6】



【図8】

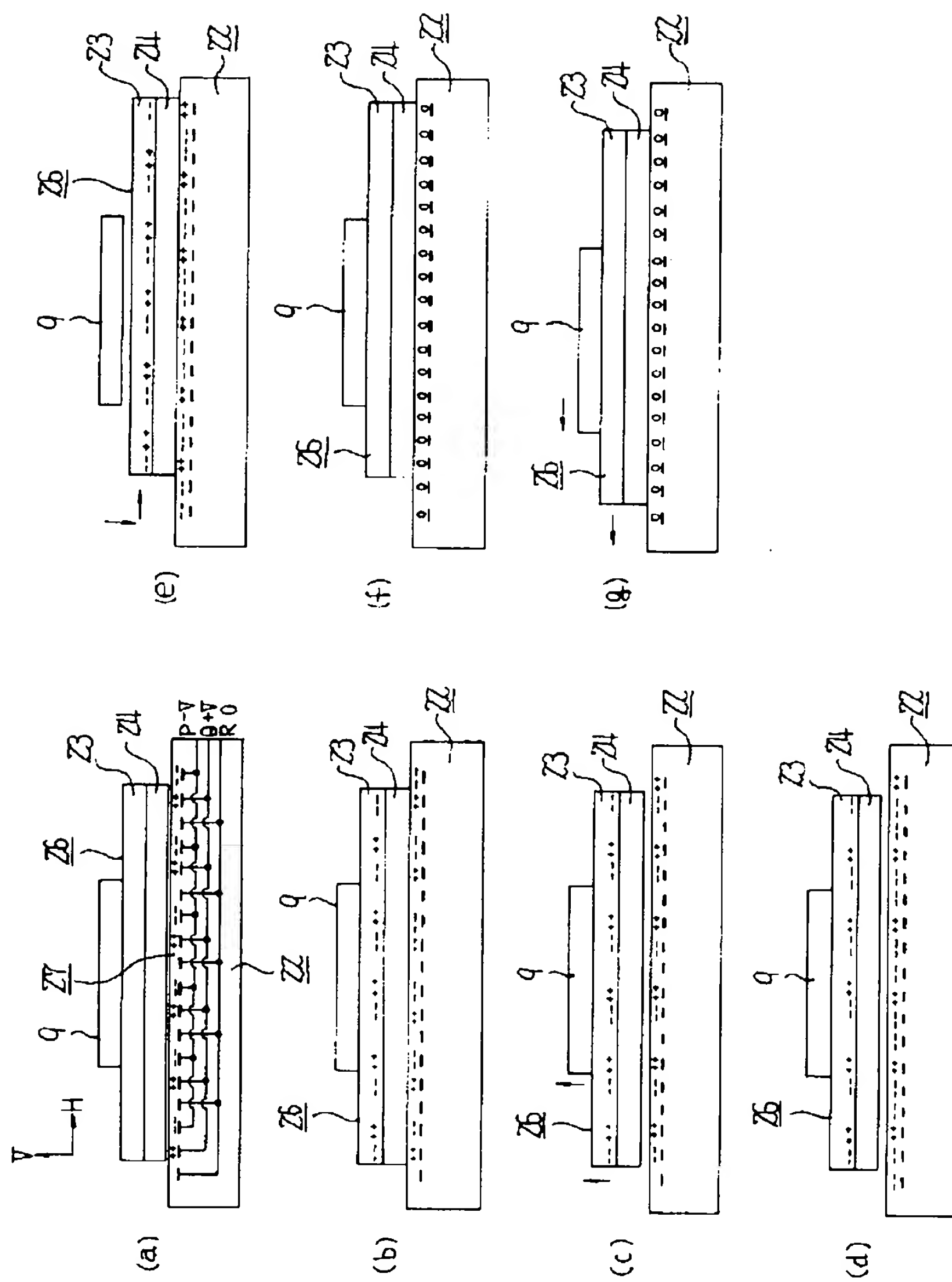


【図9】





【図10】



【図11】

